

日 本 国 特 許 庁

24.02.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 3月 8日

REC'D 24 APR 2003

WIPO

PCT

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-064165

[ST.10/C]:

[JP2002-064165]

出 願 人

Applicant(s):

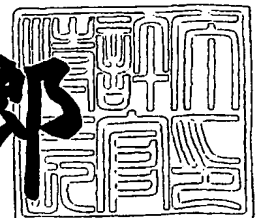
浜松ホトニクス株式会社

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3022764

【書類名】 特許願

【整理番号】 2001-0406

【提出日】 平成14年 3月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 1/32  
H01J 43/10

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 新垣 実

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 内山 昌一

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 菅 博文

【特許出願人】

    【識別番号】 000236436

    【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088155

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

    【識別番号】 100089978

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 透過型 2 次電子面及び電子管

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射された 1 次電子によって生成された 2 次電子を放出する 2 次電子面であって、

ダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなり、その一方の面が前記 1 次電子を入射する入射面、他方の面が前記 2 次電子を放出する出射面となっている 2 次電子放出層と、

前記 2 次電子放出層に対して、前記入射面と前記出射面との間に所定電圧を印加する電圧印加手段と

を備えることを特徴とする透過型 2 次電子面。

【請求項 2】 前記 2 次電子放出層の機械的強度を補う支持手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 3】 前記 2 次電子放出層は、多結晶ダイヤモンド、または多結晶ダイヤモンドを主成分とする材料からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 4】 前記 2 次電子放出層の前記多結晶ダイヤモンドの表面及び粒界面が酸素終端されていることを特徴とする請求項 3 記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 5】 前記 2 次電子放出層の前記出射面が水素終端されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 6】 前記 2 次電子放出層の前記出射面が酸素終端されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 7】 前記 2 次電子放出層の前記出射面上に、前記 2 次電子放出層の仕事関数を低下させるための活性層が形成されていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 8】 前記 2 次電子放出層の前記活性層は、アルカリ金属、アルカリ金属の酸化物、またはアルカリ金属のフッ化物からなることを特徴とする請求項 7 記載の透過型 2 次電子面。

【請求項 9】 請求項 1～8 の何れか一項記載の透過型 2 次電子面と、

前記 1 次電子を前記透過型 2 次電子面へ向けて放出する電子源と、  
前記透過型 2 次電子面から放出された前記 2 次電子を収集するための陽極と、  
前記透過型 2 次電子面、前記電子源、及び前記陽極を収納する容器と  
を備えることを特徴とする電子管。

【請求項 1 0】 前記電子源は、入射された被検出光によって励起された光電子を前記 1 次電子として放出する光電陰極からなることを特徴とする請求項 9 記載の電子管。

【請求項 1 1】 前記電子源は、入射された被検出光によって励起された光電子を前記 1 次電子として放出する光電陰極からなるとともに、前記陽極は、前記 2 次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴とする請求項 9 記載の電子管。

【請求項 1 2】 前記電子源は、電界放出電子源からなるとともに、前記陽極は、前記 2 次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴とする請求項 9 記載の電子管。

【請求項 1 3】 前記電子源は、複数の電界放出電子源がアレイ状に配列された電界放出電子源アレイからなるとともに、前記陽極は、前記 2 次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴とする請求項 9 記載の電子管。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、入射された 1 次電子によって生成された 2 次電子を放出する透過型 2 次電子面及び透過型 2 次電子面を備えた電子管に関するものである。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

近年、電子管に用いられる 2 次電子面として、ダイヤモンドを用いたものが注目されている。これは、ダイヤモンドが負の電子親和力を有しており、その 2 次電子放出効率が高いためである。このようなダイヤモンドを、2 次電子が放出される出射面と 1 次電子が入射する入射面が同一の表面である、反射型 2 次電子面

の材料として用いた一例が、文献“Thin Solid Films 253(1994)p151”に報告されている。すなわち、この2次電子面では、Mo、Pd、TiまたはAlN等からなる基板上に、その表面が水素終端された多結晶ダイヤモンド薄膜が形成され、その2次電子放出効率を向上させている。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記のような反射型2次電子面では、入射面と出射面が同一の表面であるため、入射する1次電子によって、水素終端が脱離するなどの出射面の状態の変化が生じ、その2次電子放出効率が低下する。この欠点を解決するために、入射面と出射面に異なる面が用いられる透過型2次電子面が開示されている（特開平10-144251号公報、US特許第5,986,387号）。

#### 【0004】

図11は、従来の透過型2次電子面を備える電子管の一例を示す構成図である。この電子管は、光電子放出面からなる陰極101と、透過型2次電子面102と、陽極103とを備えている。また、透過型2次電子面102は、ダイヤモンド薄膜102aと、その剛性を補うための補強手段102bとからなる。ここで、光が入射することによって陰極101から光電子が放出されると、この光電子が透過型2次電子面102へ入射して2次電子が生成され、陽極103へ向けて放出される。そして、陽極103に入射した2次電子によって、ガラス面板103b上に塗布された蛍光体103aが発光する。

#### 【0005】

また、図12に示すように、ダイヤモンドを用いた透過型2次電子面であって、2次電子面の出射面に対向する陽極に電圧を印加して2次電子を加速させる透過型2次電子面も開示されている（US特許第6,060,839号）。この透過型2次電子面では、1次電子が電極105を通過してダイヤモンド薄膜106に入射すると、2次電子が生成され、放出される。この2次電子は、陽極107に電圧が印加されることにより形成されている電界によって、陽極107の方向へ加速される。

#### 【0006】

しかしながら、以上に示した透過型 2 次電子面では、いまだに実用的な 2 次電子放出効率を有するものが実現されていない。この理由として、以下の点が挙げられる。すなわち透過型 2 次電子面においては、1 次電子の入射により生成された 2 次電子が入射面とは反対側の出射面まで移動し、その表面から放出されなくてはならない。そのためには膜厚が電子の拡散長（平均自由行程）程度の非常に薄いダイヤモンド膜が必要となる。また、本願発明者による光電子放出の実験結果より、ダイヤモンド膜内の電子の拡散長は  $0.05 \mu\text{m}$  程度であることがわっている。よって、透過型 2 次電子面において効率よく 2 次電子を放出させるためには、ダイヤモンド薄膜の膜厚を拡散長と同程度、すなわち  $0.05 \mu\text{m}$  程度にする必要がある。しかしながら実際にはこのような非常に薄いダイヤモンド膜では機械的強度の不足や均一性の悪さから、上記したような透過型 2 次電子面を実現することは不可能である。

#### 【0007】

一方、ダイヤモンド薄膜が十分な機械的強度を有するためには少なくとも数  $\mu\text{m}$  程度の膜厚が要求されるが、このような厚い膜では 1 次電子の入射により生成された 2 次電子が入射面とは反対側の出射面までほとんど到達できない。このため、結果として 2 次電子放出効率が非常に低くなり、実用的な透過型 2 次電子面を実現することはできなかった。

#### 【0008】

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、1 次電子の入射に対して効率よく 2 次電子を放出することができる透過型 2 次電子面、及びそれを用いた電子管を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明による透過型 2 次電子面は、入射された 1 次電子によって生成された 2 次電子を放出する 2 次電子面であって、ダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなり、その一方の面が 1 次電子を入射する入射面、他方の面が 2 次電子を放出する出射面となっている 2 次電子放出層と、2 次電子放出層に対して、入射面と出射面との間に所定電圧を

印加する電圧印加手段とを備えることを特徴とする。

【0010】

2次電子放出層の一方が入射面、他方が出射面となっている透過型の2次電子面とすることによって、1次電子の入射により出射面の表面状態が変化することがなく、2次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。また、2次電子放出層がダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなることによって、1次電子に対する2次電子放出効率を高めることができる。また、電圧印加手段が2次電子放出層内部に電界を形成することによって、2次電子を出射面まで到達しやすくし、高い効率で放出させることができる。

【0011】

また、透過型2次電子面は、2次電子放出層の機械的強度を補う支持手段を備えることを特徴としてもよい。これにより、薄く形成される2次電子放出層の機械的強度を補うことができる。

【0012】

また、2次電子放出層は、多結晶ダイヤモンド、または多結晶ダイヤモンドを主成分とする材料からなることを特徴とする。多結晶ダイヤモンドは薄膜内部に粒界面が存在するので、単結晶ダイヤモンドよりも効率よく2次電子を放出させることができる。また、多結晶ダイヤモンドは単結晶ダイヤモンドに比べて形成が容易なので、安価に製造することができる。

【0013】

また、2次電子放出層が多結晶ダイヤモンドからなる場合には、その表面及び粒界面が酸素終端されていることが好ましい。このようにすれば、出射面は安定となり、電気的特性を長期にわたり持続させることができる。

【0014】

また、2次電子放出層の出射面は酸素終端されていることが好ましい。このようにすれば、出射面は安定となり、電気的特性を長期にわたり持続させることができる。あるいは、2次電子放出層の出射面は水素終端されていても、出射面の仕事関数を低下させることができ、出射面に到達した2次電子を透過型2次電子面の外部へ容易に放出できる。



## 【 0 0 1 5 】

また、2次電子放出層の出射面には2次電子放出層の仕事関数を低下させるための活性層が形成されていることが好ましい。これにより、2次電子放出層の出射面に到達した2次電子は透過型2次電子面の外部へさらに容易に放出されることができる。この活性層は、アルカリ金属、アルカリ金属の酸化物、またはアルカリ金属のフッ化物を用いて形成されると、上記の効果を好適に奏することができる。

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明による電子管は、上記した透過型2次電子面と、1次電子を透過型2次電子面へ向けて放出する電子源と、透過型2次電子面から放出された2次電子を収集するための陽極と、透過型2次電子面、電子源、及び陽極を収納する容器とを備えることを特徴とする。透過型2次電子面を用いたこのような電子管によれば、1次電子の入射に対して効率よく2次電子を得ることができる。

## 【 0 0 1 7 】

また、電子源は、入射された被検出光によって励起された光電子を1次電子として放出する光電陰極からなることを特徴としてもよい。このような電子管により、微弱な被検出光を高いS/N比で精度よく検出することが可能な光電子増倍管が得られる。

## 【 0 0 1 8 】

また、電子源は、入射された被検出光によって励起された光電子を1次電子として放出する光電陰極からなるとともに、陽極は、2次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴としてもよい。このような電子管により、被検出光による画像を高いS/N比で精度よく再現することが可能な画像増強管が得られる。

## 【 0 0 1 9 】

また、電子源は、電界放出電子源からなるとともに、陽極は、2次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴としてもよい。このような電子管により、電界放出電子源から放出された電子に対して効率よく2次電子を得ることができ、高輝度である蛍光表示管が得られる。また、このような電子管

は、蛍光面から生じるイオンが直接電界放出電子源に到達しないため、長寿命かつ安定となる。

#### 【0020】

また、電子源は、複数の電界放出電子源がアレイ状に配列された電界放出電子源アレイからなるとともに、陽極は、2次電子が入射することによって発光する蛍光面を有することを特徴としてもよい。このような電子管により、高輝度であるとともに、長寿命かつ安定な平面表示装置が得られる。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面とともに本発明による透過型2次電子面及び電子管の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

#### 【0022】

図1は、本発明による透過型2次電子面の第1実施形態の構成を示す側面断面図である。また、図2は図1に示した透過型2次電子面の斜視図である。

#### 【0023】

図1に示す透過型2次電子面は、2次電子放出層1、支持枠21、第1電極31、及び第2電極32によって構成されている。この透過型2次電子面は、1次電子の入射により2次電子放出層1内部に2次電子が生成され、この2次電子が外部へ放出される2次電子面である。また、2次電子放出層1の一方の面（図1中の上面）が1次電子を入射する入射面、その反対側の面となる他方の面（図1中の下面）が2次電子を放出する出射面となる透過型の構成を有している。

#### 【0024】

2次電子放出層1はダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料から形成されたダイヤモンド膜からなる。この2次電子放出層1は、好ましくは1次電子が入射する入射深さよりも十分に厚く形成されるのが良い。また、2次電子放出層1は出射面が酸素終端や水素終端として終端処理されるのが好ましい。

#### 【0025】

支持棒 2 1 は、薄く形成される 2 次電子放出層 1 の機械的強度を補う支持手段である。この支持棒 2 1 は、S i 等の材料からなり、2 次電子放出層 1 の出射面上の外縁部に設けられている。

【 0 0 2 6 】

第 1 電極 3 1 は、2 次電子放出層 1 の入射面に対して設けられる入射面側電極である。本実施形態においては、図 2 に示すように 2 次電子放出層 1 の入射面上に格子状に第 1 電極 3 1 が形成されている。また、第 2 電極 3 2 は、2 次電子放出層 1 の出射面に対して設けられる出射面側電極である。本実施形態においては、支持棒 2 1 の 2 次電子放出層 1 側とは反対側の全面に第 2 電極 3 2 が形成されている。これら第 1 電極 3 1 及び第 2 電極 3 2 は、2 次電子放出層 1 の入射面と出射面との間に電圧を印加して 2 次電子放出層 1 内部に電界を形成する電圧印加手段として設けられている。

【 0 0 2 7 】

また、2 次電子放出層 1 の出射面上には、出射面の仕事関数を低下させるための活性層 1 1 が形成されている。

【 0 0 2 8 】

上記した透過型 2 次電子面の構成において、1 次電子が 2 次電子放出層 1 の入射面から入射すると、2 次電子放出層 1 内部に 1 次電子の入射エネルギーに相応する 2 次電子が生成される。また、2 次電子放出層 1 内部には、第 1 電極 3 1 と第 2 電極 3 2 との間に接続された電源 3 3 によって所定の電圧を印加することにより、出射面側が正、入射面側が負となるような電界が形成されている。この電界によって、2 次電子放出層 1 内部に生成された 2 次電子は出射面方向に加速され、出射面に到達した後、活性層 1 1 を通過して透過型 2 次電子面の外部に放出される。

【 0 0 2 9 】

本実施形態の透過型 2 次電子面は、以下に示す効果を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示した透過型 2 次電子面は、2 次電子放出層 1 の一方の面が入射面で他方の面が出射面となっている透過型の構成を有している。このように、1 次電子

が入射する入射面を2次電子が放出される出射面とする反射型ではなく、透過型の構成とすることにより、1次電子の入射による出射面の表面状態の変化が防止される。これによって、出射面での仕事関数の変化が抑制されるので、2次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。

#### 【0031】

また、2次電子放出層1がダイヤモンドもしくはダイヤモンドを主成分とする材料を用いて形成されている。ダイヤモンドは負の電子親和力を有するために2次電子の放出効率が高い。そのため、2次電子放出層1は1次電子の入射に対して効率よく2次電子を放出することができる。

#### 【0032】

また、2次電子放出層1の入射面側に第1電極31、出射面側に第2電極32を設けて2次電子放出層1内部に電界を形成している。これによって、2次電子放出層1内部で生成された2次電子を効率よく出射面に到達させることができ、2次電子が透過型2次電子面の外部へ放出される効率を高めることができる。通常、2次電子放出層1内部で生成された2次電子が2次電子放出層1外部へ放出されるためには、2次電子を外部へ放出させるために2次電子放出層1の厚さを2次電子の拡散長（平均自由行程）と同程度に形成する必要がある。しかし、このような厚さの2次電子放出層1をダイヤモンド及びダイヤモンドを主成分とするダイヤモンド膜として形成することは困難である。本実施形態による透過型2次電子面では、2次電子放出層1内部に電界を形成して、2次電子放出層1内部において生成された2次電子を出射面へ向けて加速させることによって、2次電子放出層1の厚さが、例えば厚さ数 $\mu\text{m}$ 程度といった拡散長より厚い場合でも効率よく2次電子を放出させることができる。

#### 【0033】

ここで、2次電子放出層1の材料としては、多結晶ダイヤモンド、または多結晶ダイヤモンドを主成分とする材料を用いることが好ましい。多結晶ダイヤモンドは粒状結晶からなるため、内部に粒状結晶の表面である粒界面を有している。そして、2次電子放出層1内部において生成された2次電子が拡散する全方向に存在する粒界面から2次電子が放出される。このため、2次電子が生成されてか

ら放出されるまでの移動距離が短くなり、放出される 2 次電子の数が増える。その結果、より高い放出効率を得ることができる。また、多結晶ダイヤモンドは単結晶ダイヤモンドに比べて安価に、大量に製造できることから、2 次電子放出層 1 の材料として多結晶ダイヤモンドを用いれば、透過型 2 次電子面の製造コストを抑えることができる。

#### 【0034】

また、2 次電子放出層 1 の出射面上の外縁部には、支持手段として支持棒 2 1 が設けられている。2 次電子放出層 1 は、内部において生成された 2 次電子を放出するために薄く形成されるので、機械的な強度が充分でない場合がある。このように、2 次電子放出層 1 の機械的強度を補う必要がある場合は、支持棒 2 1 のような支持手段を出射面上の外縁部などの適当な位置に設けると良い。これによって、2 次電子放出層 1 の機械的強度を補うことができる。

#### 【0035】

また、2 次電子放出層 1 の出射面は酸素によって終端されていることが好ましい。2 次電子放出層 1 の出射面が酸素で終端されることによって、2 次電子放出層 1 の出射面は安定となり、電気的特性を長期にわたり持続することができる。あるいは、2 次電子放出層 1 の出射面の表面は、水素で終端することもできる。水素で終端された場合でも、2 次電子放出層 1 の出射面の仕事関数を低下させることができ、出射面に到達した 2 次電子を透過型 2 次電子面の外部へ容易に放出できる。

#### 【0036】

また、2 次電子放出層 1 が多結晶ダイヤモンドまたは多結晶ダイヤモンドを主成分とする材料からなるときは、2 次電子放出層 1 の多結晶ダイヤモンドの表面及び粒界面は、酸素終端されていることが好ましい。これらの面が酸素で終端されることによって、2 次電子放出層 1 の出射面は安定となり、電気的特性を長期にわたり持続することができる。

#### 【0037】

なお、図 1 に示した透過型 2 次電子面は透過型の構成を有しているため、1 次電子は出射面には入射せず、上記した終端処理による表面状態は変化しない。こ

れによって、終端処理により高めた2次電子の放出効率を維持できる。

#### 【0038】

また、2次電子放出層1の出射面上には、ダイヤモンドの仕事関数を低下させる性質をもつ活性層11が形成されることが好ましい。2次電子放出層1の出射面の仕事関数を低下させることで、2次電子放出層の出射面に到達した2次電子を2次電子放出層1の出射面からさらに容易に放出できる。また、この活性層は、アルカリ金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のフッ化物などを用いて形成されることで、上記の効果を好適に得ることができる。

#### 【0039】

図1に示した透過型2次電子面の製造方法及び具体的構成の一例について概略的に説明する。図3は、図1に示した透過型2次電子面の製造工程を示す工程図である。

#### 【0040】

Siからなる基板20の一方の面上に、多結晶ダイヤモンドからなる2次電子放出層1を約5 $\mu$ mの厚さで堆積する(図3(a))。このような、薄い多結晶ダイヤモンドの層を形成する方法としては、熱フィラメントまたはマイクロ波プラズマを用いた化学気相堆積法(CVD法)やレーザーアブレーション法などによる合成方法を用いることができる。また、基板20の材料はSiに限らず、モリブデンやタンタルといった高融点金属や、石英、サファイヤといったものを用いてもよい。

#### 【0041】

次に、基板20の他方の面上に第2電極32を蒸着により形成する(図3(b))。そして、基板20の他方の面上から、第2電極32と基板20との一部を適当な寸法のマスクを用いてエッチング除去し、2次電子放出層1を一部露出させる(図3(c))。エッチングはHF+HNO<sub>3</sub>溶液またはKOH溶液により行われ、基板20がエッチングされ2次電子放出層1が露出するとエッチングは自動的に停止する。基板20のうち、エッチングによって除去されなかった部分は、支持棒21として2次電子放出層1の機械的強度を補う機能を有する。

#### 【0042】

そして、2次電子放出層1の、エッチングにより露出した面（出射面）とは反対側の面（入射面）上に、フォトリソグラフィ技術とリフトオフ技術を用いて、適当な寸法の格子状の第1電極31を形成する（図3（d））。そして、これらを真空中に保持して、2次電子放出層1の出射面の清浄化を行った後に出射面等を酸素終端もしくは水素終端する。

#### 【0043】

最後に、2次電子放出層1の出射面にアルカリ金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のフッ化物など、ダイヤモンド表面の仕事関数を低下させる性質を有する材料を塗布して活性層11を形成する（図3（e））。

#### 【0044】

上記の製造工程によって、第1実施形態による透過型2次電子面を製造することができる。ただし、透過型2次電子面の製造方法及び具体的構成については、本実施例に限らず、様々な方法及び構成を用いることができる。

#### 【0045】

図4は、透過型2次電子面の第2実施形態の構成を示す側面断面図である。

#### 【0046】

図4に示す透過型2次電子面は、2次電子放出層1、活性層11、支持枠21、第1電極膜31a、補助電極34、及び第2電極32によって構成されている。このうち、2次電子放出層1、活性層11、支持枠21、第2電極32の構成は図1に示した透過型2次電子面と同様である。

#### 【0047】

第1電極膜31aは、2次電子放出層1の入射面上に薄膜状に形成されている。第1電極膜31aは、2次電子放出層1内部で生成された2次電子が第1電極膜31aで吸収されないよう、ごく薄く（厚さ30～150Å程度）形成されている。また、薄膜状に形成されている第1電極膜31aへの電氣的接続のために、第1電極膜31aの上に補助電極34が形成されている。

#### 【0048】

本実施形態による透過型2次電子面は、2次電子放出層1の一方の面が入射面で他方の面が出射面となっている透過型の構成を有している。この構成によって

、出射面の表面状態の変化が防止され、2次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。また、2次電子放出層1がダイヤモンドもしくはダイヤモンドを主成分とする材料を用いて形成されていることによって、2次電子放出層1は、1次電子の入射に対して高い効率で2次電子を放出することができる。

#### 【0049】

また、2次電子放出層1の入射面側に第1電極膜31a、出射面側に第2電極32を設けて2次電子放出層1内部に電界を形成している。2次電子放出層1内部に電界を形成して、2次電子放出層1内部において生成された2次電子を出射面へ向けて加速させることによって、2次電子を効率よく透過型2次電子面の外部へ放出させることができる。

#### 【0050】

また、第1電極膜31aは2次電子放出層1の入射面上に薄膜状に形成されている。電圧印加手段を構成する電極のうち、2次電子放出層1に接する電極は図1に示した第1電極31のように形成することで透過型2次電子面を好適に動作させることができるが、製造工程をより簡便にする必要があるときは、蒸着などの方法により図4に示すような薄膜状に形成すると良い。このように形成することで、透過型2次電子面の2次電子放出効率を向上させるための電圧印加手段を簡便な製造工程により設けることができる。また、第1電極膜31aを上記のようにごく薄く形成することによって、1次電子は第1電極膜31aに吸収されることなく、2次電子放出層1に到達することができる。

#### 【0051】

図5は、透過型2次電子面の第3実施形態の構成を示す側面断面図である。

#### 【0052】

図5に示す透過型2次電子面は、2次電子放出層1、活性層11、支持枠22、第1電極35、及び第2電極36によって構成されている。このうち、2次電子放出層1及び活性層11の構成は図1に示した透過型2次電子面と同様である。

#### 【0053】

支持枠22は、薄く形成される2次電子放出層1の機械的強度を補う支持手段



である。この支持棒 22 は、2 次電子放出層 1 の入射面上の外縁部に設けられている。

#### 【0054】

第 1 電極 35 は、2 次電子放出層 1 の入射面に対して設けられる入射面側電極である。本実施形態においては、支持棒 22 の 2 次電子放出層 1 側とは反対側の全面に第 1 電極 35 が形成されている。また、第 2 電極 36 は、2 次電子放出層 1 の出射面に対して設けられる出射面側電極である。本実施形態においては、2 次電子放出層 1 の出射面上に格子状に第 2 電極 36 が形成されている。これら第 1 電極 35 及び第 2 電極 36 は、2 次電子放出層 1 の入射面と出射面との間に電圧を印加して 2 次電子放出層 1 内部に電界を形成する電圧印加手段として設けられている。

#### 【0055】

本実施形態による透過型 2 次電子面は、2 次電子放出層 1 の一方の面が入射面で他方の面が出射面となっている透過型の構成を有している。この構成によって、出射面の表面状態の変化が防止され、2 次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。また、2 次電子放出層 1 がダイヤモンドもしくはダイヤモンドを主成分とする材料を用いて形成されていることによって、2 次電子放出層 1 は、1 次電子の入射に対して効率よく 2 次電子を放出することができる。

#### 【0056】

また、2 次電子放出層 1 の入射面側に第 1 電極 35、出射面側に第 2 電極 36 を設けて 2 次電子放出層 1 内部に電界を形成している。2 次電子放出層 1 内部に電界を形成して、2 次電子放出層 1 内部において生成された 2 次電子を出射面へ向けて加速させることによって、2 次電子を効率よく透過型 2 次電子面の外部へ放出させることができる。

#### 【0057】

また、2 次電子放出層 1 の入射面上の外縁部に、支持手段として支持棒 22 が設けられている。薄く形成されている 2 次電子放出層 1 の機械的強度を補う必要がある場合は、支持手段を図 1 に示したように出射面上に設けるほか、本実施形態のように入射面上に設けることによって、2 次電子放出層 1 の機械的強度を

好適に補うことができる。

【 0 0 5 8 】

図 6 は、透過型 2 次電子面の第 4 実施形態の構成を示す図である。図 6 ( a ) は透過型 2 次電子面の側面断面図、図 6 ( b ) は、透過型 2 次電子面を第 2 電極 3 2 側から見た底面図である。

【 0 0 5 9 】

図 6 に示す透過型 2 次電子面は、2 次電子放出層 1、活性層 1 1、支持棒 2 3、第 1 電極 3 1、及び第 2 電極 3 2 によって構成されている。このうち、2 次電子放出層 1、活性層 1 1 及び第 1 電極 3 1 の構成は図 1 に示した透過型 2 次電子面と同様である。

【 0 0 6 0 】

支持棒 2 3 は、2 次電子放出層 1 の出射面上に、図 6 ( b ) に示すような格子状に設けられている。この支持棒 2 3 は、各格子棒内の形状及び面積が均一になるように形成されている。また、このように格子状に設けられている支持棒 2 3 の、2 次電子放出層 1 側とは反対側の全面に、第 2 電極 3 2 が形成されている。

【 0 0 6 1 】

本実施形態による透過型 2 次電子面は、2 次電子放出層 1 の一方の面が入射面で他方の面が出射面となっている透過型の構成を有している。これによって、出射面の表面状態の変化が防止され、2 次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。また、2 次電子放出層 1 がダイヤモンドもしくはダイヤモンドを主成分とする材料を用いて形成されていることによって、2 次電子放出層 1 は、1 次電子の入射に対して効率よく 2 次電子を放出することができる。

【 0 0 6 2 】

また、2 次電子放出層 1 の入射面側に第 1 電極 3 1、出射面側に第 2 電極 3 2 を設けて 2 次電子放出層 1 内部に電界を形成している。2 次電子放出層 1 内部に電界を形成して、2 次電子放出層 1 内部において生成された 2 次電子を出射面へ向けて加速させることによって、2 次電子を効率よく透過型 2 次電子面の外部へ放出させることができる。

【 0 0 6 3 】

また、2次電子放出層1の機械的強度を補うための支持棒23が格子状に設けられている。2次電子放出層1が比較的小さな面積の場合には、図1に示したような形状の支持手段で充分強度を補うことができる。しかし、2次電子放出層1の面積が大きいなどの理由から、機械的強度をさらに補う必要がある場合には、本実施形態のような形状の支持手段を設けることによって、2次電子放出層1の機械的強度をさらに補うことができる。このとき、各格子棒内の形状及び面積が均一になるように支持棒23を設ければ、機械的強度をより強くすることができる。なお、支持手段の形状は上記した格子状に限られるものではなく、様々な形状が可能である。

## 【0064】

なお、透過型2次電子面の第3及び第4実施形態においては、第2電極36及び第1電極31を格子状に形成しているが、第2実施形態での第1電極膜31aのように薄膜状に形成しても良い。2次電子放出層1の表面に設けられる電極の形状としては、格子状、薄膜状、あるいは他の形状を適宜選択することができる。

## 【0065】

以上に詳述した透過型2次電子面は、光電子増倍管や画像増強管などの電子管に用いることができる。以下に、このような電子管に関する実施形態を述べる。

## 【0066】

図7は、本発明による電子管の第1実施形態として、光電子増倍管の一実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

## 【0067】

図7に示す光電子増倍管は、被検出光を光電子に変換して放出する光電陰極41、光電子を2次電子増倍する透過型2次電子面5、増倍された2次電子を収集するための陽極6、及びこれらを真空状態で内包する容器である真空容器7によって構成されている。これらの構成要素は、真空容器7の内部に、被検出光が入射する側から光電陰極41、透過型2次電子面5、陽極6の順に所定の間隔をあけて配置されている。

## 【0068】

光電陰極 4 1 は、1 次電子である光電子を透過型 2 次電子面 5 へ向けて放出する電子源であり、本実施形態においては被検出光が入射する面と光電子が出射される面とが異なる透過型の光電陰極が用いられている。光電陰極 4 1 としては、このような透過型に限らず反射型のものを用いることもできる。そして、この光電陰極 4 1 に所定の距離において、透過型 2 次電子面 5 が設けられている。透過型 2 次電子面 5 としては、ダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなる上記した透過型 2 次電子面が用いられている。この透過型 2 次電子面は、光電陰極 4 1 から放出された光電子を 1 次電子として入射面から入射し、2 次電子増倍して入射面とは反対側の出射面から 2 次電子を放出する。また、透過型 2 次電子面 5 の出射面から所定の距離において、陽極 6 が設けられている。陽極 6 は、透過型 2 次電子面 5 から放出された 2 次電子を収集する。

#### 【0069】

また、光電陰極 4 1、透過型 2 次電子面 5、及び陽極 6 は、内部が真空状態になっている密閉容器である真空容器 7 に内包されている。真空容器 7 のうち、被検出光が入射する光電陰極 4 1 と対向した面には入射窓 7 1 が設けられている。これにより、入射される光のうち所定波長の被検出光が効率よく光電陰極 4 1 へと入射される。また、光電陰極 4 1、透過型 2 次電子面 5、及び陽極 6 には、光電陰極 4 1 側が負の電位、陽極 6 側が正の電位となるように段階的に電圧が印加されて電界が形成されている。

#### 【0070】

上記の構成において、被検出光が入射窓 7 1 を通して光電陰極 4 1 の入射面に入射すると、光電陰極 4 1 において 1 次電子である光電子が発生し、出射面より真空容器 7 内部の真空中へ放出される。透過型 2 次電子面 5 の入射面には光電陰極 4 1 に対して正の電圧が印加されて電界が形成されており、真空中へ放出された光電子は加速されて透過型 2 次電子面 5 へ入射される。そして、透過型 2 次電子面 5 において光電子が電界による加速に相応して増倍され、2 次電子となって再び真空中に放出される。陽極 6 は透過型 2 次電子面 5 の出射面に対して正の電圧が印加されて電界が形成されており、透過型 2 次電子面 5 から放出された 2 次電子は陽極に収集され、入射した被検出光による検出信号として光電子増倍管の

外部に取り出される。

【0071】

図7に示した光電子増倍管においては、上記した構成を有する透過型2次電子面5を備えている。これにより、光電子（1次電子）に対して効率よく2次電子を得ることができ、高い2次電子増倍率で被検出光を検出することが可能な光電子増倍管を実現できる。また、このように2次電子増倍率が高くなることにより、高いS/N比で精度よく被検出光を検出することが可能になる。

【0072】

図8は、電子管の第2実施形態として、光電子増倍管の他の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【0073】

図8に示す光電子増倍管は、光電陰極41、透過型2次電子面5、陽極6、及び真空容器7によって構成されている。このうち、光電陰極41、陽極6、及び真空容器7の構成は図7に示した光電子増倍管と同様である。

【0074】

本実施形態では、透過型2次電子面5は複数個（図8においては3個）用いられている。複数の透過型2次電子面5のそれぞれは、ダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなる上記した透過型2次電子面が用いられている。そして、このような複数の透過型2次電子面5が所定の間隔で、互いの出射面と入射面とが向かい合うように配列されている。また、光電陰極41から最も遠い位置にある透過型2次電子面5の出射面から所定の距離をおいて、陽極6が設けられている。陽極6は、この透過型2次電子面5から放出された2次電子を収集する。

【0075】

上記の構成において、被検出光が入射窓71を通して光電陰極41に入射すると、光電陰極41において光電子が発生して真空容器7内部の真空中へ放出される。真空中へ放出された光電子は、1次電子として光電陰極41に最も近い位置にある透過型2次電子面5へ入射し、増倍されて2次電子として放出される。そして、これ以降に配列されている複数の透過型2次電子面5によって繰り返し増

倍される。最後に、増倍された2次電子は陽極6に収集され、入射した被検出光による検出信号として光電子増倍管の外部に取り出される。

【0076】

図8に示した光電子増倍管においては、上記した構成を有する透過型2次電子面5を複数個用いることによって、さらに高い2次電子増倍率で被検出光を検出することが可能な光電子増倍管を実現できる。これにより、より高いS/N比で精度よく被検出光を検出することが可能になる。

【0077】

また、本実施形態のように複数の2次電子面を用いる必要がある場合でも、上記した透過型2次電子面5を用いれば、複数の2次電子面を薄型にスタックすることが可能となる。

【0078】

なお、上記した光電子増倍管の各実施形態では、光電陰極41と透過型2次電子面5、陽極6が対向するいわゆる近接型の構成となっているが、例えば光電陰極41と透過型2次電子面5との間に静電レンズを備えて光電子を収束する、いわゆる静電収束型の構成としてもよい。

【0079】

また、2次電子を収集するための陽極6を備えているが、陽極6のかわりにフォトダイオードなどの半導体素子を備えてもよい。2次電子を直接このような半導体素子に打ち込む、いわゆる電子打ち込み型の光電子増倍管として動作させることで、上記した光電子増倍管の各実施形態を好適に実施できる。

【0080】

図9は、電子管の第3実施形態として、画像増強管（イメージ・インテンシファイア）の構成を模式的に示す断面図である。

【0081】

図9に示す画像増強管は、光電陰極41、透過型2次電子面5、陽極6a、及び真空容器7によって構成されている。このうち、光電陰極41、透過型2次電子面5、及び真空容器7の構成は図7に示した光電子増倍管とほぼ同様である。

【0082】

陽極 6 a は、透過型 2 次電子面 5 から放出された 2 次電子を収集する機能を有し、透過型 2 次電子面 5 の出射面から所定の距離をおいて設けられている。また、この陽極 6 a は電子が入射することによって発光する蛍光体からなる蛍光面を有している。

【0083】

上記の構成において、画像を構成している被検出光が入射窓 7 1 を透過して光電陰極 4 1 に入射すると、光電陰極 4 1 内部において光電子が生成されて真空容器 7 内部に放出される。そして、放出された光電子は透過型 2 次電子面 5 に入射する。このとき、透過型 2 次電子面 5 の入射面には光電陰極 4 1 に対して正の電圧が印加され、電界が形成されている。光電子はこの電界と平行に進むので、画像増強管に入射したときの 2 次元情報を保ちながら透過型 2 次電子面 5 に入射する。透過型 2 次電子面 5 に入射した光電子は増倍されて 2 次電子として放出され、蛍光面を有する陽極 6 a に収集される。このとき、陽極 6 a には透過型 2 次電子面 5 の出射面に対して正の電圧が印加されている。これにより電界が形成され、光電子が有していた 2 次元情報を保ちながら 2 次電子が陽極 6 a に収集されて、陽極 6 a の蛍光面が発光する。以上の動作によって、画像増強管に入射した被検出光による画像は増強されて、陽極 6 a の蛍光面から画像として出力される。

【0084】

図 9 に示した画像増強管においては、上記した構成を有する透過型 2 次電子面 5 を用いることによって、被検出光の入射に対して効率よく 2 次電子を得ることが可能な画像増強管を実現できる。これにより高輝度の画像が得られるので、入射された画像が微弱である場合においても高い S/N 比で精度よく画像を再現することが可能になる。

【0085】

なお、上記した画像増強管においては、2 次電子によって発光する手段として蛍光面が用いられているが、この手段は電子を画像に変換できるものであればよい。例えば、蛍光面を有する陽極 6 a のかわりに電荷結合素子 (CCD) などの撮像素子を備え、2 次電子を直接撮像素子に打ち込み、画像化することによっても同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 0 は、電子管の第 4 実施形態として、平面表示装置の構成を模式的に示す断面図である。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 0 に示す平面表示装置は、電界放出電子源アレイ 4 2、透過型 2 次電子面 5、陽極 6 b、及び真空容器 7 によって構成された電界放出ディスプレイである。このうち、透過型 2 次電子面 5 及び真空容器 7 の構成は、図 9 に示した画像増強管とほぼ同様である。

## 【 0 0 8 8 】

陽極 6 b は、2 次電子を収集する機能を有し、透過型 2 次電子面 5 の出射面から所定の距離をおいて設けられている。この陽極 6 b は電子が入射することによって発光する蛍光体からなる蛍光面を有している。蛍光面は R G B の画素が配列されており、電子の入射によって画像が表示される。

## 【 0 0 8 9 】

電界放出電子源アレイ 4 2 は、電界放出電子源 4 3 がアレイ状に多数配列される構成を有する。電界放出電子源 4 3 のそれぞれは、平面表示装置において出力する画像の、R G B の各画素に対応する電子を放出する。

## 【 0 0 9 0 】

上記の構成において、出力する画像の各画素に対応する電子が電界放出電子源 4 3 から真空容器 7 内部へ放出される。そして、放出された電子は透過型 2 次電子面 5 に入射する。このとき、透過型 2 次電子面 5 の入射面には電界放出電子源アレイ 4 2 に対して正の電圧が印加され、電界が形成されている。電子はこの電界と平行に進むので、電界放出電子源 4 3 から放出されたときの 2 次元情報を保ちながら透過型 2 次電子面 5 に入射する。透過型 2 次電子面 5 に入射したこの電子によって 2 次電子が生成・放出され、蛍光面を有する陽極 6 b に収集される。このとき、陽極 6 b には透過型 2 次電子面 5 の出射面に対して正の電圧が印加されている。これにより電界が形成され、電子が有していた 2 次元情報を保ちながら 2 次電子が陽極 6 b に収集される。そして、陽極 6 b の蛍光面において、所定の画素が発光する。以上の動作によって、出力する画像の各画素に対応する電子



が電界放出電子源 4 3 から放出され、透過型 2 次電子面 5 において生成された 2 次電子が蛍光面を発光させる。これにより、所定の画像が出力される。

#### 【0091】

図 10 に示した平面表示装置においては、上記した構成を有する透過型 2 次電子面 5 を用いることによって、電子（1 次電子）の入力に対して効率よく 2 次電子が得られ、蛍光面を発光させる平面表示装置を実現できる。これにより、平面表示装置の画像出力をさらに高輝度にすることができる。また、蛍光面に多量の電子が加速されて入射することにより発生するイオンが、直接電界放出素子に到達しないので、平面表示装置を長寿命で、かつ安定に動作させることが可能になる。

#### 【0092】

ここで、本実施形態では、画像出力に対応する電子を放出するための電子源として、電界放出電子源 4 3 がアレイ状に多数配列されている電界放出電子源アレイ 4 2 を備えている。本実施形態に使用する電子源としてはこれ以外にも、ゲート電極、集束電極、あるいはその他の電子源とすることも可能である。これによって、上記した平面表示装置と同様の効果を有する蛍光表示管を実現できる。

#### 【0093】

なお、第 3 実施形態の画像増強管、及び第 4 実施形態の平面表示装置において、前述した第 2 実施形態の光電子増倍管のように複数の 2 次電子面を用いる必要がある場合には、上記した透過型 2 次電子面 5 を用いることによって、複数の 2 次電子面を薄型にスタックでき、かつ蛍光面において必要な輝度を得ることが可能となる。

#### 【0094】

本発明による透過型 2 次電子面及び電子管は、上記した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、透過型 2 次電子面の各実施形態において、2 次電子放出層 1 の機械的強度が充分であるなどの場合には、この機械的強度を補うための支持枠 2 1 ～ 2 3 を有しない構成としてもよい。また、2 次電子放出層 1 から 2 次電子を十分に効率よく放出できるなどの場合には、2 次電子放出層 1 の出射面の仕事関数を低下させる活性層 1 1 を設けない構成として

もよい。

【0095】

また、電子管の各実施形態において、大型化などのために真空容器7の機械的強度を補う必要があるときは、電子源と透過型2次電子面との間、あるいは透過型2次電子面と陽極との間などの真空容器7内部にスペーサ等の補強手段を備えるとよい。

【0096】

【発明の効果】

本発明による透過型2次電子面及び電子管は、以上詳細に説明したように、以下の効果を得る。すなわち、2次電子放出層の一方が入射面、他方が出射面となっている透過型とすることによって、1次電子の入射により出射面の表面状態が変化することがなく、2次電子の放出効率の低下を防ぐことができる。

【0097】

また、2次電子放出層がダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料からなることによって、高い効率で2次電子を放出することができる。また、電圧印加手段が2次電子放出層内部に電界を形成することによって、2次電子を出射面まで到達し易くし、高い効率で放出させることができる。

【0098】

また、電子管にこのような透過型2次電子面を用いれば、電子源からの1次電子に対して効率良く2次電子を得ることができる電子管が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による透過型2次電子面の第1実施形態の構成を示す側面断面図である。

【図2】

図1に示した透過型2次電子面の斜視図である。

【図3】

図1に示した透過型2次電子面の製造工程を示す工程図である。

【図4】

透過型 2 次電子面の第 2 実施形態の構成を示す側面断面図である。

【図 5】

透過型 2 次電子面の第 3 実施形態の構成を示す側面断面図である。

【図 6】

透過型 2 次電子面の第 4 実施形態の構成を示す (a) 側面断面図、及び (b) 底面図である。

【図 7】

本発明による電子管の第 1 実施形態として、光電子増倍管の一実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図 8】

電子管の第 2 実施形態として、光電子増倍管の他の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図 9】

電子管の第 3 実施形態として、画像増強管 (イメージ・インテンシファイア) の構成を模式的に示す断面図である。

【図 10】

電子管の第 4 実施形態として、平面表示装置の構成を模式的に示す断面図である。

【図 11】

従来の透過型 2 次電子面を備える電子管の一例を示す構成図である。

【図 12】

従来の透過型 2 次電子面の他の例を示す構成図である。

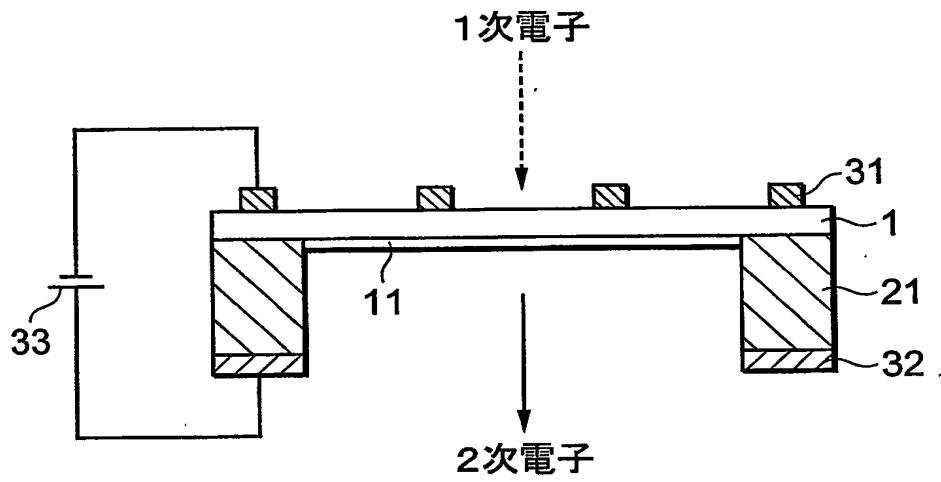
【符号の説明】

1 … 2 次電子放出層、11 … 活性層、20 … 基板、21, 22, 23 … 支持枠、31, 35 … 第 1 電極、31a … 第 1 電極膜、32, 36 … 第 2 電極、33 … 電源、34 … 補助電極、41 … 光電陰極、42 … 電界放出電子源アレイ、43 … 電界放出電子源、5 … 透過型 2 次電子面、6, 6a, 6b … 陽極、7 … 真空容器、71 … 入射窓。

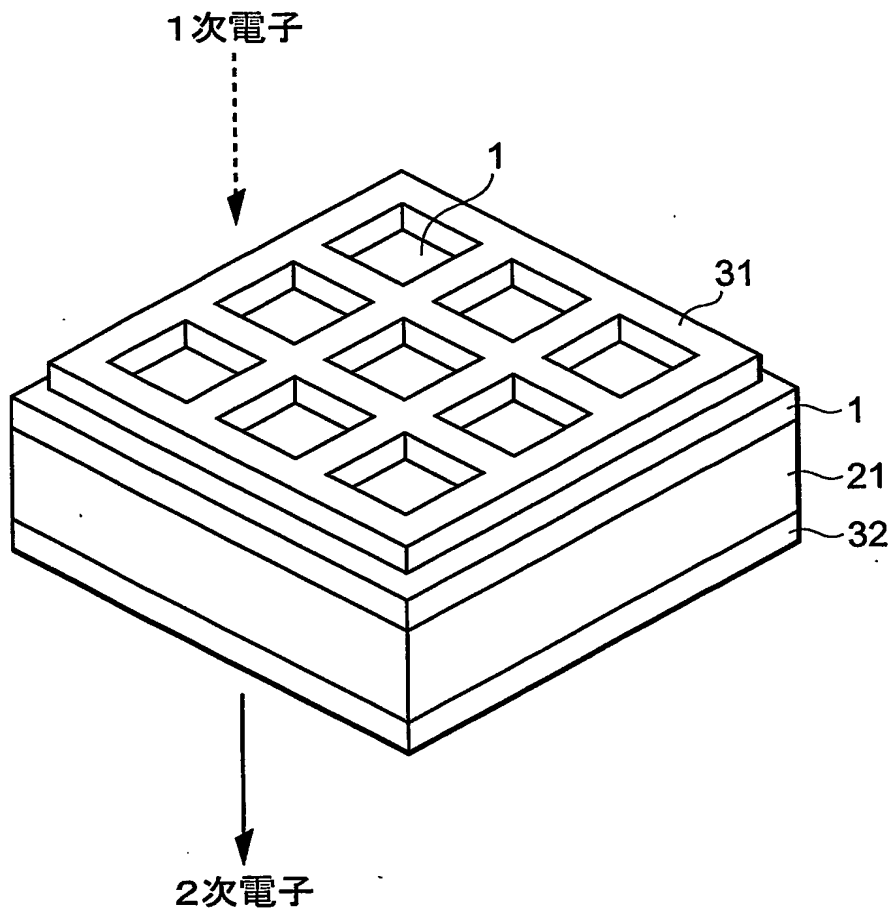
【書類名】

図面

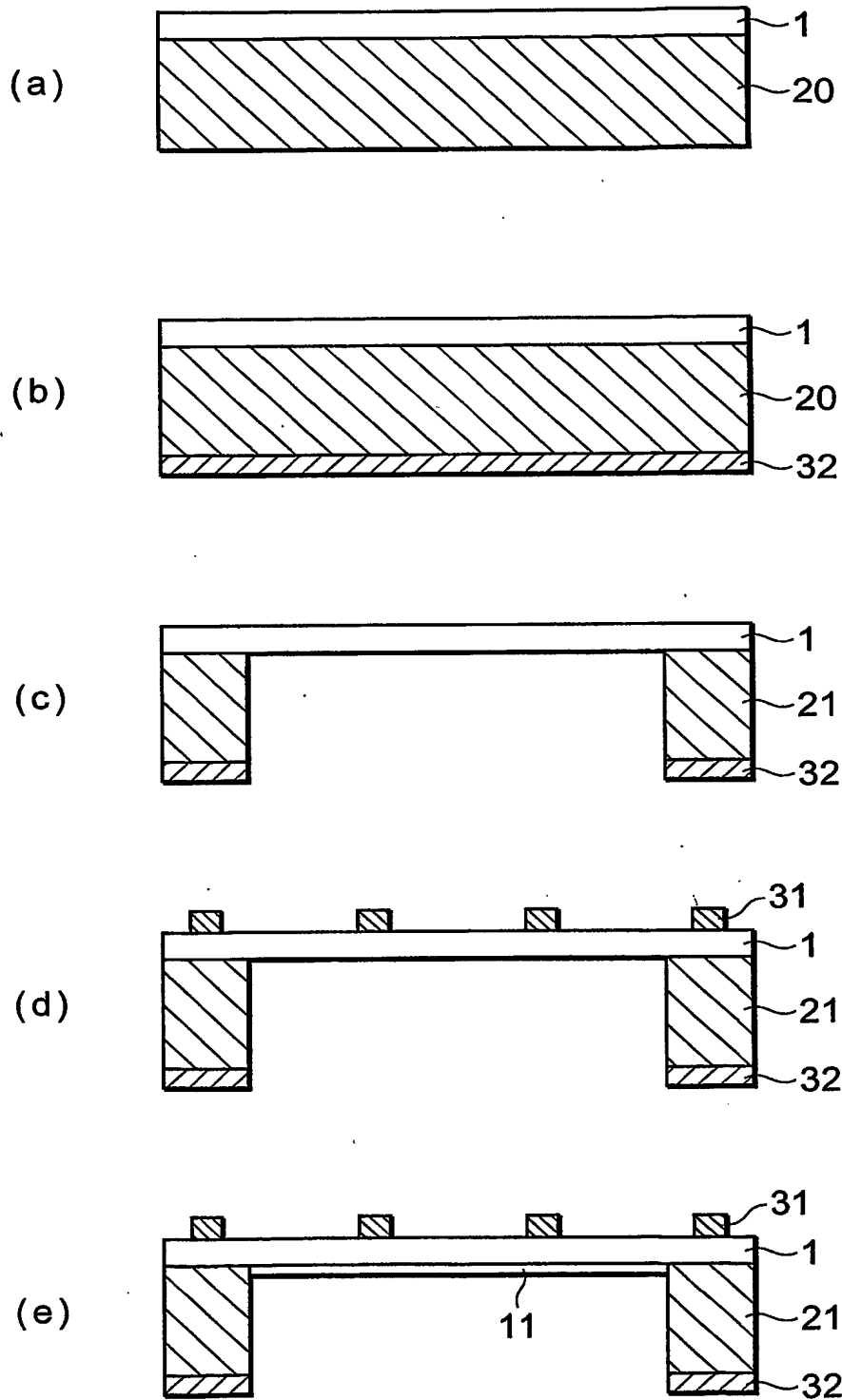
【図 1】



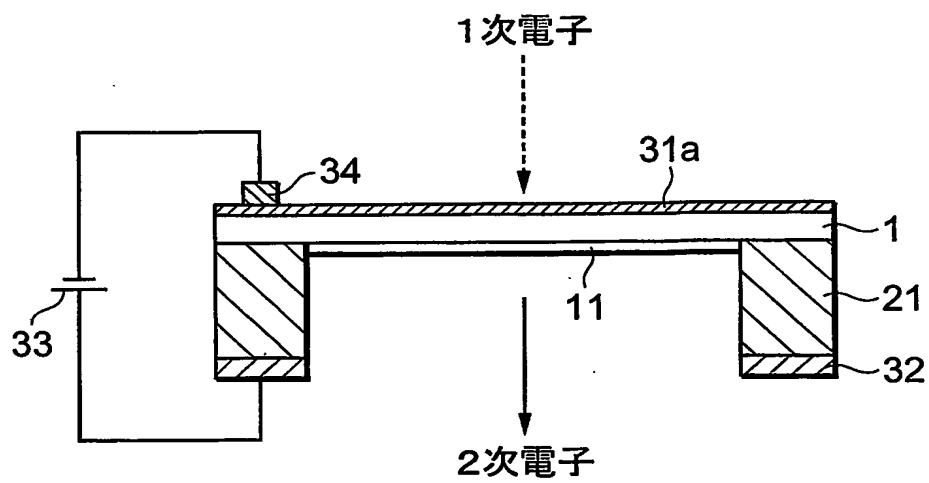
【図 2】



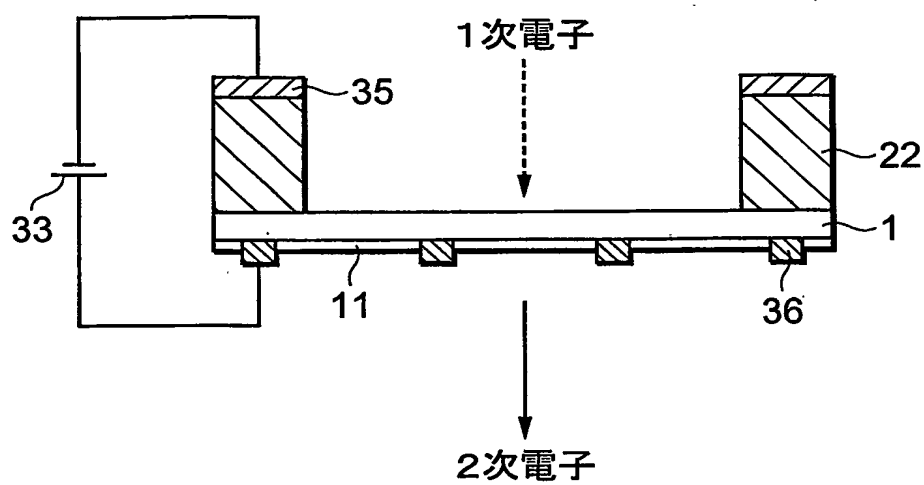
【図 3】



【図 4】



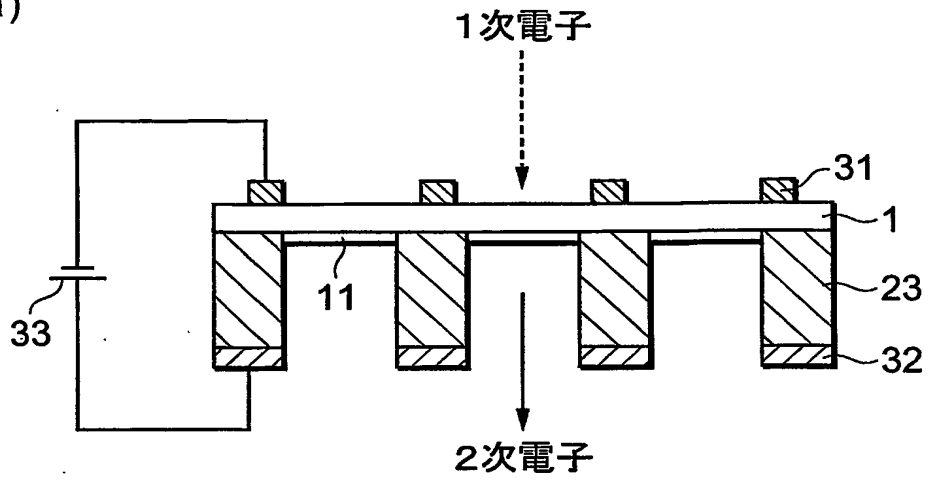
【図5】



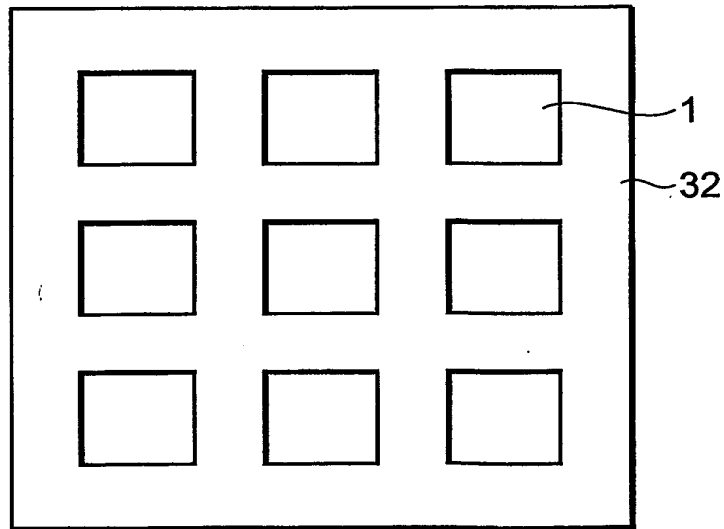


【図6】

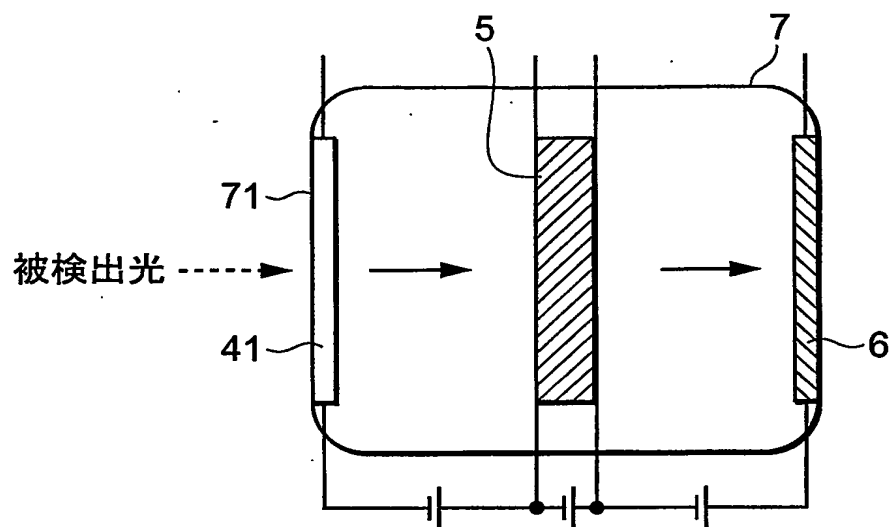
(a)



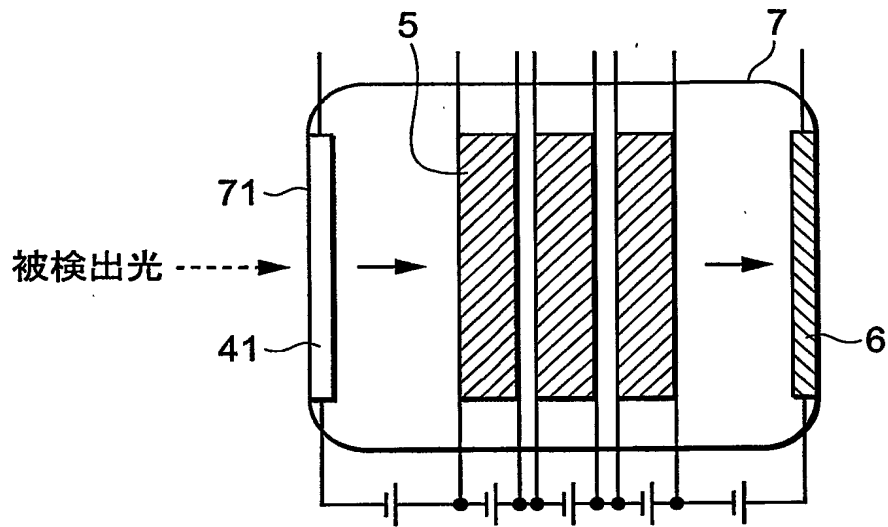
(b)



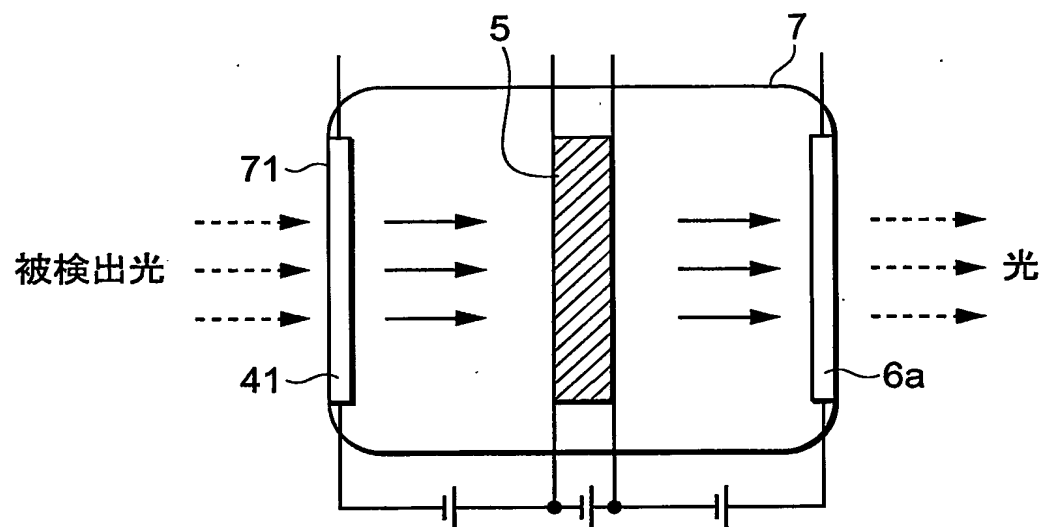
【図 7】



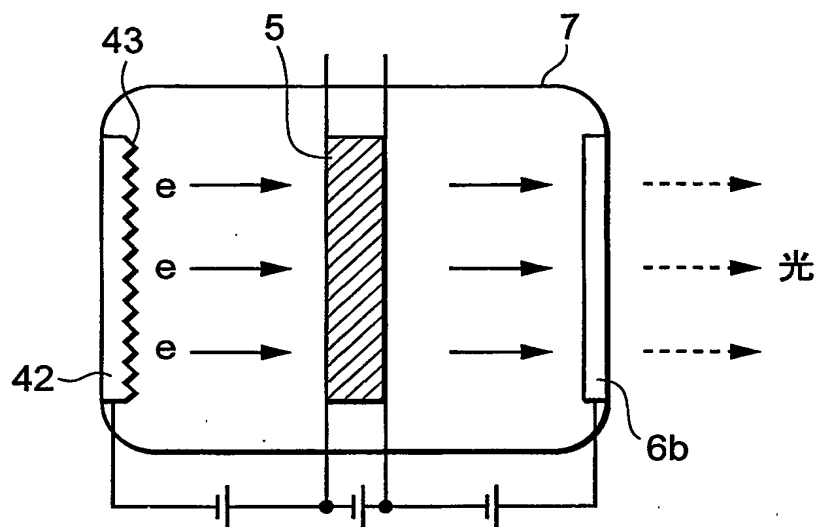
【図 8】



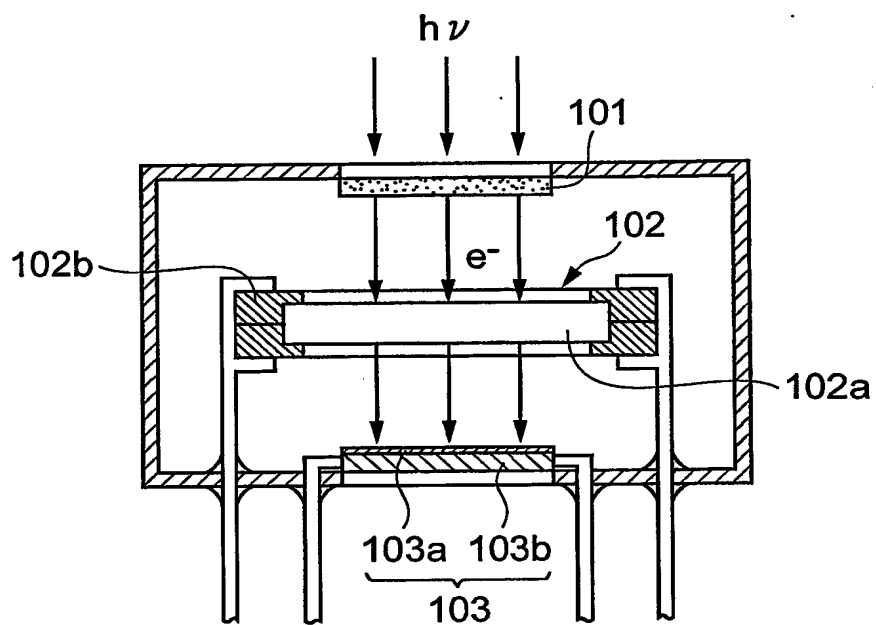
【図 9】



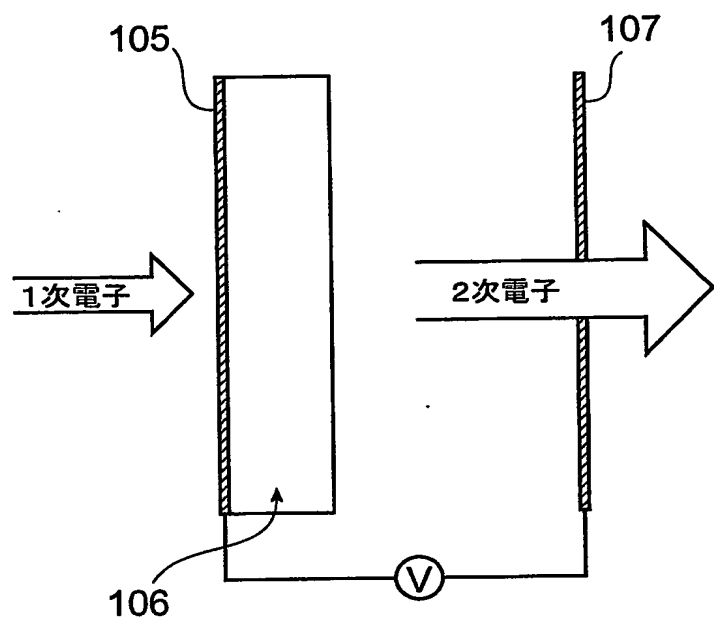
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 次電子の入射に対して効率よく 2 次電子を放出することができる透過型 2 次電子面、及びそれを用いた電子管を提供する。

【解決手段】 本発明による透過型 2 次電子面は、ダイヤモンド、またはダイヤモンドを主成分とする材料から形成された 2 次電子放出層 1、2 次電子放出層 1 の機械的強度を補う支持棒 2 1、2 次電子放出層 1 の入射面に対して設けられる第 1 電極 3 1、及び 2 次電子放出層 1 の出射面に対して設けられる第 2 電極 3 2 によって構成されている。そして、2 次電子放出層 1 の入射面と出射面との間に電圧が印加され、2 次電子放出層 1 内部に電界が形成される。1 次電子が入射して 2 次電子放出層 1 内部に 2 次電子が生成されると、2 次電子放出層 1 内部に形成されている電界によって 2 次電子は出射面方向に加速され、透過型 2 次電子面の外部に放出される。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [000236436]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	静岡県浜松市市野町1126番地の1
氏 名	浜松ホトニクス株式会社